

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1939

THÈSE

N°

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

PAR

Francis-Armand-René MORIN

Né le 2 avril 1912, à Paris (Seine)

INFLUENCE DE L'ÉLECTRICITÉ
ATMOSPHERIQUE

SUR

L'ORGANISME NORMAL

Président : M. L. TANON, Professeur

PARIS

IMPRIMERIE DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE

JOUVE & C^{ie}, ÉDITEURS

15, RUE RACINE, 15

1939

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1939

THÈSE

N°

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

PAR

Francis-Armand-René MORIN

Né le 2 avril 1912, à Paris (Seine)

INFLUENCE DE L'ÉLECTRICITÉ
ATMOSPHERIQUE

SUR

L'ORGANISME NORMAL

Président : M. L. TANON, Professeur

PARIS

IMPRIMERIE DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE

JOUVE & C^{ie}, ÉDITEURS

15, RUE RACINE, 15

1939

DOYEN... TIFFENEAU

1. — PROFESSEURS

MM.

Anatomie	ROUVIERE.
Physiologie	Léon BINET.
Physique médicale	STROHL.
Chimie médicale	POLONOVSKI.
Bactériologie	R. DEBRÉ.
Parasitologie et histoire naturelle médicale	BRUMPT.
Pathologie et thérapeutique générales	BAUDOUIN.
Pathologie médicale	ABRAMI.
Pathologie chirurgicale	MONDOR.
Anatomie pathologique	LEROUX.
Histologie	CHAMPY.
Pharmacologie et matière médicale	TIFFENEAU.
Thérapeutique	HARVIER.
Hygiène et médecine préventive	TANON.
Médecine légale	BALTHAZARD.
Histoire de la médecine et de la chirurgie	LAIGNEL-LAVASTINE.
Pathologie expérimentale et comparée	FIESSINGER.
Hydrologie thérapeutique et climatologie	CHIRAY.
	LOEPER.
Clinique médicale	CARNOT.
	CLERC.
	Marcel LABBÉ.
Hygiène et clinique de la première enfance	LEREBOULLET.
Clinique des maladies des enfants	NOBÉCOURT.
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale.	H. CLAUDE.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	GOUGEROT.
Clinique des maladies du système nerveux	GUILLAIN.
Clinique des maladies infectieuses	LEMIERRE.
	CUNÉO.
Clinique chirurgicale	GOSSET.
	GRÉGOIRE.
Clinique ophtalmologique	LENORMANT.
Clinique urologique	TERRIEN.
	CHEVASSU.
Clinique d'accouchements	COUVELAIRE.
	JEANNIN.
	LÉVY-SOLAL.
Clinique gynécologique	MOCQUOT.
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie	OMBRÉDANNE.
Clinique thérapeutique médicale	RATHERY.
Clinique oto-rhino-laryngologique	LEMAITRE.
Clinique thérapeutique chirurgicale	Pierre DUVAL.
Clinique propédeutique	Maurice VILLARET.
Clinique de la tuberculose	TROISIER.
Clinique chirurgicale orthopédique de l'adulte	MATHIEU.
Clinique de cardiologie	LAUBRY.
Clinique de neuro-chirurgie	Clovis VINCENT.
Assistance médico-sociale	N...
	HAZARD.
	HOVELACQUE.
Professeurs sans chaire	MULOŃ.
	OLIVIER.
	SANNIÉ.
	VERNE.



II. — AGRÉGÉS EN EXERCICE

MM.

AMELINE..... Pathologie chirurgicale.
 BARIÉTY..... Pathologie médicale.
 BÉNARD (H.) .. Pathologie médicale.
 BERNARD (E.).. Pathologie médicale.
 BESANÇON (J.).. Hydrologie.
 BOULIN Pathologie médicale.
 BULLIARD Histologie.
 CATHALA Pathologie médicale.
 CHEVALLIER .. Pathologie médicale.
 COSTE..... Pathologie médicale.
 DOGNON Physique.
 FEY Urologie.
 FUNCK..... Pathologie chirurgicale.
 GALLIARD Parasitologie.
 GASTINEL Bactériologie.
 DE GAUDART D'ALLAINES... Pathologie
 chirurgicale.
 GAYET Physiologie.
 DE GENNES... Pathologie médicale.
 GIROUD Histologie.
 HAGUENAU ... Pathologie médicale.
 HALPHEN Oto-rhino-laryngologie.
 HUGUENIN Anatomie pathologique.
 JOANNON Hygiène.

MM.

LACOMME Obstétrique.
 LANTUÉJOUL .. Obstétrique.
 LAROCHE (G.).. Pathologie médicale.
 LAVIER..... Parasitologie.
 LELONG..... Pathologie médicale.
 LEMAIRE Pathologie expérimentale.
 LEVEUF Pathologie chirurgicale.
 M^{lle} J. LÉVY.... Pharmacologie.
 LÉVY-VALENSI. Neurologie et Psychiatrie.
 MÉNÉGAUX... Pathologie chirurgicale.
 MOLLARET... Pathologie médicale.
 MOREAU Pathologie médicale.
 MOULONGUET.. Pathologie chirurgicale.
 MOUQUIN Pathologie médicale.
 PETIT-DUTAILLIS.. Pathologie chirurgi-
 cale.
 PIÉDELIEVRE .. Médecine légale.
 PORTES Obstétrique.
 RENARD..... Ophtalmologie.
 RICHEL Physiologie.
 SÈNEQUE Pathologie chirurgicale.
 TURPIN Pathologie médicale.
 VIGNES Obstétrique.
 WILMOTH Pathologie chirurgicale.

III. — AGRÉGÉS RAPPELÉS A L'EXERCICE

POUR LE SERVICE DES EXAMENS

MM.

ALGLAVE Pathologie chirurgicale.
 BUSQUET Pharmacologie.
 CHAILLEY-BERT.. Physiologie.
 GUÉNIOT..... Obs étrique.
 HEITZ-BOYER... Pathologie chirurgicale.

MM.

LARDENNOIS.... Pathologie chirurgicale.
 LE LORIER..... Obstétrique.
 NEVEU-LEMAIRE Parasitologie
 SCHWARTZ..... Pathologie chirurgicale.
 VAUDESCAL..... Obstétrique.

IV. — AGREGÉS CHARGÉS DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE

A TITRE PERMANENT

MM.		MM.	
ALAJOUANINE.	} Clinique médicale.	BASSET.	} Clinique chirurgicale.
AUBERTIN.		BROCQ.	
BRULÉ.		CADENAT.	
CHABROL.		GATELLIER.	
DONZELOT.		MOURE.	
DUVOIR.		QUENU.	
LIAN.		VELTER.	
VALLERY-RADOT			
(Pasteur).			
SÉZARY.			

MM.	
ÉCALLE.	} Clinique obstétricale.
METZGER.	

V. — CHARGÉS DE COURS

MM.	
CHAILLEY-BERT, agrégé	Éducation physique.
LEDoux-LEBARD	Radiologie clinique.
RUPPE	Stomatologie.
WEIL-HALLÉ	Puériculture.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A MON PÈRE

A MA MÈRE

A MA FEMME

A MA FAMILLE

A MES AMIS

A MONSIEUR LE PROFESSEUR TANON

Professeur d'hygiène à la Faculté de Médecine
Professeur d'hygiène et de Médecine préventive
Membre de l'Académie de Médecine
Officier de la Légion d'honneur

*Qui a bien voulu nous faire l'honneur
de présider notre thèse.
Remerciements et hommage respectueux.*

A MES MAÎTRES DANS LES HÔPITAUX

MONSIEUR LE PROFESSEUR GRÉGOIRE, Saint-Antoine,
1933-1934.

MONSIEUR LE PROFESSEUR BEZANÇON, Saint-Antoine,
1933-1934.

MONSIEUR LE DOCTEUR BRÉCHOT, Saint-Antoine,
1934-1935.

MONSIEUR LE DOCTEUR CHABROL, Saint-Antoine,
1934-1935.

MONSIEUR LE PROFESSEUR FIESSINGER, Necker, 1935-
1936.

MONSIEUR LE DOCTEUR BARÉE, Enfants-Malades,
1935-1936.

MONSIEUR LE PROFESSEUR GUILLAIN, Salpêtrière,
1936-1937.

MONSIEUR LE DOCTEUR CHÉRIET, Hôtel-Dieu, 1936-
1937.

MONSIEUR LE PROFESSEUR LEMIERRE, Claude-Bernard,
1936-1937.

MONSIEUR LE DOCTEUR GOUGEROT, Saint-Louis,
1936-1937.

MONSIEUR LE PROFESSEUR CLAUDE, Sainte-Anne,
1937-1938.

MONSIEUR LE PROFESSEUR LEMAITRE, Lariboisière,
1937-1938.

MONSIEUR LE PROFESSEUR TERRIER, Hôtel-Dieu, 1937-
1938.

MONSIEUR LE PROFESSEUR MARION, Necker, 1937-
1938.

INFLUENCE DE L'ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE SUR L'ORGANISME NORMAL

I

Introduction.

« Si quelqu'un regardait ces recherches comme des rêveries météorologiques, pour peu qu'il abandonne ses préjugés il sera convaincu que les connaissances astronomiques sont d'un grand secours à la médecine. »

HIPPOCRATE, *Des airs, des eaux et des lieux*.

De tout temps on a attribué aux phénomènes atmosphériques une influence sur l'homme.

Dans l'Antiquité, Assyriens et Chaldéens expliquaient, par le comportement des astres, les différences de tempérament qui se manifestent parmi les hommes. Les Mages étaient alors autant médecins que prêtres.

Hippocrate, dans son traité *Des Airs, des eaux et des Lieux*, fut le premier à mettre en valeur l'importance des changements de temps et des climats.

Au moyen âge, les médecins, très versés dans l'al-

chimie et l'astrologie, expliquaient la plupart des manifestations normales et pathologiques par les influences des astres sur l'homme. Paracelse cherche, à cette époque, à expliquer l'homme-microsome — par des relations avec les astres-macrosome.

Mais peu à peu, la médecine, avec l'étude de l'anatomie et de la physiologie, tend à devenir une science et se débarrasse de cet occultisme qui tombe alors dans le domaine des croyances populaires.

Depuis lors, l'influence des phénomènes météorologiques sur l'homme fut reléguée au rang de cause adjuvante et bien souvent même ignorée.

Ce n'est que récemment que le milieu extérieur et ses manifestations a suscité de nombreux travaux spécialisés d'abord isolés, puis peu à peu plus abondants à mesure que les investigations dans ce domaine se faisaient plus précises.

Dans ces dernières années, la météoropathologie est passée du domaine de l'hypothèse à celui de la clinique et de l'expérimentation. Nombreux sont les auteurs qui se sont appliqués à rechercher les manifestations cliniques et physiologiques du milieu extérieur. En France, ce sont MM. Pech, Vlès, Lesage, J. Renault, Netter, Mouriquand, Rochaix, Tanon, à l'étranger, les publications de MM. Rudler, Annes Dias, Budai.

Tous ces auteurs ont signalé l'extrême complexité du problème, la difficulté de dissocier les phénomènes atmosphériques généralement liés, dépendant les uns des autres, et d'étudier les effets de chacun d'eux sur

l'organisme humain. Dans de telles conditions on conçoit parfaitement que tous ces auteurs soient restés, dans leurs conclusions, sur de prudentes réserves.

Limitant notre travail à l'étude des influences de l'électricité atmosphérique sur l'organisme normal, après un rappel des connaissances acquises sur la nature, l'origine, et la variation de l'électricité atmosphérique, nous nous sommes efforcé de réunir toutes les études relatives à son action physiologique et à son rôle pathogène. Considérant enfin qu'à l'étude des phénomènes météorologiques, l'étude des climats est intimement liée nous avons étudié la part qu'on pouvait reconnaître à l'électricité atmosphérique en climatologie.

Nous n'avons pas l'ambition de donner ici une mise au point complète de la question. Elle est encore à l'étude et nous n'avons pas la prétention de connaître toutes les publications déjà nombreuses, consacrées à l'électricité atmosphérique. Notre contribution personnelle à cette étude se borne aux réflexions et aux suggestions que nous ont inspirées les documents que nous avons dépouillés. Elles trouveront place, non sans les réserves qui s'imposent, dans les conclusions partielles et générales de ce travail où nous n'avons eu que le désir de rapporter aussi fidèlement que possible les différents travaux parus sur ce vaste sujet.

II

L'électricité atmosphérique

L'atmosphère est le siège de phénomènes électriques dont les manifestations sont extrêmement variables. Si certains comme la foudre mettent en jeu des quantités énormes d'énergie, il en est d'autres qui ne sont décelables qu'à l'aide d'appareils délicats.

Ce sont les expériences faites sur les décharges électriques orageuses vers le milieu du XVIII^e siècle en Amérique par Franklin, en France par Dalibard et de Romas qui furent le point de départ de toutes les études relatives à l'électricité de l'air.

Les premières mesures sérieuses de cette électricité ont été faites en France par un médecin, le Docteur Lemonnier qui publia, en 1752, dans les comptes rendus de l'Académie des Sciences, un mémoire intitulé : « Observations sur l'électricité de l'air » dans lequel il remarquait « qu'il peut y avoir de l'électricité dans l'air sans la présence d'aucun nuage ». Limitées auparavant à l'étude des phénomènes orageux, les recherches allaient, dès lors, s'étendre aux autres manifestations constantes mais beaucoup moins vives de l'électricité atmosphérique.

Vers la fin du XVIII^e siècle, Coulomb étudie la décharge spontanée des corps conducteurs électrisés exposés dans l'air, phénomène que l'on a appelé *déperdition électrique* et dont le mécanisme ne devait être expliqué que beaucoup plus tard.

Puis ce furent les études de Beccaria qui montra que, par ciel serein, le signe normal des manifestations électriques est le signe positif.

A la même époque, H. de Saussures, au cours de ses excursions dans les Alpes et à Genève, étudie les variations de l'électricité atmosphérique, crée une technique d'observation et formule quelques hypothèses que les expériences ultérieures n'ont fait que confirmer, telles que les variations diurnes et annuelles de l'état électrique de l'air.

Vers 1860, commence une ère nouvelle pour l'étude de l'électricité de l'air. C'est à cette époque que sir W. Thomson applique à l'électricité atmosphérique la théorie du potentiel. Il explique les connaissances acquises jusqu'alors par la considération d'un *champ électrique* dont les surfaces de niveau sont parallèles et dont les lignes de force sont dirigées vers le bas, « comme si la terre était électrisée négativement ».

En 1896, J.-J. Thomson et Jean Perrin montrent que la conductibilité acquise par un gaz traversé par les rayons X, tout récemment découverts, et due à la formation dans ce gaz de particules d'électricité positive et négative qui se mettent en mouvement sous l'action d'un champ électrique, dans un sens ou dans l'autre, suivant le signe de la charge qu'ils

portent, créent ainsi un courant électrique. Le gaz possède une *conductibilité* électrique grâce à ces *ions*.

Peu après, plusieurs physiciens, Wilson en Angleterre, Elster et Geitel en Allemagne, démontrèrent la présence permanente dans l'atmosphère d'un petit nombre d'ions analogues à ceux produits dans les gaz par les rayons X. Dès lors le phénomène de déperdition électrique étudié par Coulomb, trouvait son explication.

Mais ce n'est qu'au xx^e siècle que l'étude de l'électricité atmosphérique se précise. Les recherches se multiplient au point d'en faire une science nouvelle.

A. — CHAMP ÉLECTRIQUE ATMOSPHÉRIQUE.

Dans l'atmosphère qui entoure la terre existe un champ électrique. Si l'on dresse verticalement au-dessus du sol un conducteur bien isolé, celui-ci manifeste aussitôt des signes d'électrification positive à sa partie inférieure et négative à sa partie supérieure : « Tout se passe donc comme si ce conducteur était soumis à l'influence d'une charge négative sur la surface du sol ou de masses positives ayant leur siège dans l'atmosphère. »

Ce champ électrique se mesure par la différence de potentiel existant entre un point de l'atmosphère et le sol, à l'aide de *prises* qui ont la propriété de se mettre en équilibre avec l'atmosphère au point où elles sont placées. Cette différence de potentiel

exprimée en volts, entre deux points distants d'un mètre sur la même verticale au-dessus d'un sol plan, constitue le champ en volts par mètre ou encore *gradient potentiel*.

Le champ se trouve donc décomposé en *surfaces de niveau* ou surfaces équipotentielles qui sont sensiblement parallèles à la surface du sol. Elles en suivent le relief pour reprendre à une certaine hauteur leur forme horizontale. C'est ainsi qu'il se forme au-dessus des points les plus élevés un resserrement de ces surfaces équipotentielles qui fait que le champ électrique est plus intense au sommet d'une montagne qu'en plaine. Cependant le fait n'est plus exact pour le massif montagneux car le champ est plus faible dans une vallée encaissée. Le phénomène se manifeste encore autour des édifices élancés : ainsi au sommet de la Tour Eiffel le champ électrique est bien plus intense qu'au niveau du sol

La valeur du potentiel pour les premières couches voisines du sol varie de 100 à 300 volts jusqu'à 400 volts (A. Dias). En moyenne elle est de 150 volts par mètre pour nos régions : valeur « supérieure à celle que nécessite l'allumage de nos lampes électriques qui fonctionnent sous une tension de 110 volts ».

Cette valeur moyenne du champ électrique *varie suivant l'altitude*. Des mesures ont été faites à différentes hauteurs en ballon, en avion, jusqu'à 7.000 et 8.000 m. et par ballons soudé au voisinage de 20.000 m. Toutes ces mesures confirment le fait que le

champ électrique diminue avec l'altitude jusqu'à 8.000 m.

à 1.500 m.....	25 volts
à 4.000 m.....	10 volts
à 8.000 m.....	2 à 3 volts

puis il augmente et atteint vers 12.000 m. une valeur de 30 à 40 volts par mètre. Il est vraisemblable que des forces électriques existent à des couches plus élevées encore de l'atmosphère mais sur lesquelles nous n'avons pour le moment aucune donnée précise.

De cette diminution rapide de la valeur du champ électrique on peut conclure qu'il existe dans les couches supérieures de l'atmosphère un excès de charges positives répandues dans l'air. Le champ serait donc formé, au voisinage du sol, par la charge négative que supporte la terre et par des charges positives venues de l'atmosphère.

Le champ électrique est encore *variable avec la latitude*. Des latitudes avoisinant le Pôle, les observations rapportées sont courtes et rares et ne consistent qu'en mesures faites au cours d'expéditions scientifiques. Il est difficile dans ce cas d'établir une valeur moyenne. Simpson en Laponie a trouvé un champ électrique variant de 120 volts en décembre, à 209 volts en février et 71 volts en juin. Au Groënland les mesures peu nombreuses faites par Wegener ont donné une valeur moyenne de 80 volts par mètre.

Aux latitudes moins élevées les mesures sont plus nombreuses parce que plus faciles à réaliser et per-

mettent d'établir des moyennes annuelles. Ainsi en Norvège Norimder trouve 60 volts par mètre en moyenne.

Aux latitudes moyennes les résultats montrent la grande variabilité du champ électrique :

à Paris.....	169 volts p. m.
à Tortosa	113 volts —
à Postdam.....	243 volts —
à Davos.....	64 volts —

Pour les régions tropicales les observations se font plus rares :

dans la vallée du Nil.....	132 volts en mars
à Biskra (Algérie).....	91 volts en mars, 20 en août

L'influence de la latitude, à considérer toutes ces mesures, n'a que peu d'importance. Une même valeur du champ peut se rencontrer à des latitudes différentes. Seul l'établissement de moyennes annuelles que permettront des mesures plus nombreuses donnera une répartition plus exacte de l'électricité atmosphérique sur l'étendue de notre planète.

En un même point, le potentiel, même par beau temps et sans causes pouvant les expliquer, subit des *variations* incessantes et parfois très fortes pouvant aller jusqu'au $\frac{1}{3}$ ou au $\frac{1}{4}$ de sa valeur. Ces *variations accidentelles* diffèrent d'un point à un autre même très voisin : « il faut garder présente à l'esprit la notion du caractère local des manifestations de l'électricité atmosphérique. » Lorsque le temps est troublé

les variations de ce potentiel sont encore plus considérables. Atteignant des valeurs de 3.000 à 5.000 volts, le potentiel peut passer en moins d'une minute à des valeurs négatives du même ordre. Ainsi au Val Joyeux, rapporte M. Ch. Maurain, le potentiel « en général est comme partout dirigé vers le bas et sa valeur moyenne est d'environ 100 volts par mètre ; cependant il est dirigé vers le haut pendant 11 % du temps et sa valeur atteint souvent plusieurs milliers de volts, soit vers le haut soit vers le bas ».

Un vent fort diminue le potentiel parfois jusqu'au changement de signe et son action est d'autant plus marquée qu'il entraîne plus de poussières.

A côté de ces variations accidentelles le potentiel atmosphérique subit des *variations régulières* aussi importantes à connaître :

— Variation diurne d'abord, avec en général et en dehors de toute influence perturbatrice, un minimum vers la fin de la nuit et un maximum vers la fin du jour. Cependant lorsqu'on approche du sol où les causes de perturbation sont plus nombreuses, le potentiel présente un type de variation différent. On enregistre deux minima, l'un vers la fin de la nuit concordant avec le minimum de la loi générale, entre 4 h. et 6 h. du matin, l'autre beaucoup moins marqué vers le milieu du jour entre 12 et 16 h. ; et deux maxima l'un après le lever du soleil de 7 h. à 10 h. du matin, l'autre peu après son coucher entre 19 h. et 20 h. (H. et E. Biancani).

— Variation saisonnière ensuite, comportant un

maximum en hiver généralement en janvier et un minimum en été le plus souvent au cours du mois de juin. Le maximum d'hiver est à peu près le double du minimum d'été du moins dans les couches atmosphériques voisines du sol. Dans nos régions le potentiel atteint en hiver 135 volts en moyenne et 75 volts en été.

Quelle est donc *l'origine* de cette électricité atmosphérique ?

Nombreuses sont les hypothèses qui ont prétendu résoudre le problème.

Volta soutenait que l'évaporation de l'eau était une source d'électricité par un déversement incessant dans l'air de charges positives, mais l'évaporation ne s'accompagne d'aucune production d'électricité.

Peltier supposait que la terre à l'origine possédait une source d'électricité négative qui depuis se déverserait dans l'atmosphère avec la vapeur d'eau.

Pouillet fait intervenir d'une part l'évaporation en surface de l'eau de mer et d'autre part la combustion de la végétation. Il pensait en effet que l'électricité apparaissait lorsqu'il y avait quelques éléments chimiques dans la dissolution et qu'en particulier la vapeur était positive avec les solutions salines ou acides.

Elster et Geitel, se basant sur le phénomène photo-électrique, cherchaient l'origine de l'électricité de l'air dans une émission de charges négatives de la terre vers l'atmosphère sous l'influence des radiations solaires ultra-violettes qui arrivent au sol.

Lenard base son hypothèse sur l'électrisation de gouttelettes d'eau qui prennent naissance au voisinage des cascades ou des mers par le mouvement incessant des vagues et l'action des vents. Avec l'eau salée le liquide prendrait une charge négative et l'air deviendrait positif. Ainsi l'éparpillement continu des gouttelettes d'eau à la surface des eaux serait une cause permanente d'une électrisation positive de l'air et « si l'on considère que la surface des océans représente plus des deux tiers de la surface du globe, cette cause nouvelle d'une séparation possible des charges électriques paraît importante. »

Cependant, parmi toutes ces hypothèses aucune ne suffit à donner une explication exacte de tous les phénomènes. La notion d'ionisation établie après la découverte d'ions dans l'atmosphère permet de mieux comprendre l'origine de l'électricité atmosphérique.

B. — CONDUCTIBILITÉ ET IONISATION ATMOSPHÉRIQUE.

Nous savons depuis Coulomb, qu'un conducteur chargé d'électricité de même nature que celle du sol subit une incessante déperdition du fait de la conductibilité de l'atmosphère ; celle-ci a pu être calculée et on admet qu'en douze ou treize minutes une surface donnée du sol perd une quantité d'électricité égale à celle qui représente sa charge. Cette charge, malgré tout, reste la même, renouvelée par des apports constants dont nous verrons plus loin l'origine. Cette déperdition constante crée un courant de conductibi-

lité. Celle-ci est semblable à celle que les gaz acquièrent sous l'influence des rayons X : elle est due à la formation de particules électrisées positives ou négatives cheminant en sens contraire suivant les lignes de forces. On a appelé ces particules des ions. La conductibilité de l'atmosphère est donc due aux ions qu'elle renferme. Elster et Geitel ont montré qu'elle dépendait de leur nombre et de leur mobilité. Le nombre de ces ions, provenant de la rupture des molécules gazeuses est en général plus faible en comparaison du nombre total de molécules : 1 cm³ de gaz qui contient à peu près 30 trillions de molécules ne contient en moyenne que 900 à 1.000 ions.

Le phénomène se complique du fait de la présence de plusieurs espèces d'ions. On a individualisé d'abord des ions, dont la mobilité est de 1 à 2 cm. par seconde, ce sont les petits ions dit encore ions rapides. De plus, en 1905, Langevin a démontré l'existence dans l'atmosphère d'ions moins nombreux dits ions lents ou gros ions dont la mobilité est environ 30.000 fois plus faible que celle des petits ions. Enfin, Polkok a trouvé récemment des ions d'une grosseur intermédiaire entre les petits et les gros ions : il les a nommés moyens ions. En fait, il semble que toutes les grosseurs intermédiaires puissent exister puisqu'on admet que les ions les plus gros se forment par fixation lente et progressive, sur les petits ions, d'un certain nombre de molécules en suspension dans l'air.

Le nombre des gros ions est en rapport avec la pollution de l'atmosphère, avec l'humidité et le rap-

port gros ions petits ions est plus faible à la campagne que dans les villes, où l'atmosphère est constamment souillée de poussières et de fumées.

Tous ces ions de signes contraires tendent sans cesse à se recombinaer, mais les causes multiples qui provoquent l'ionisation agissent continuellement pour en reformer. Il se crée ainsi un état d'équilibre, sans cesse en voie de transformation.

La conductibilité moyenne de l'atmosphère varie entre $0,4 \cdot 10^4$ et $4 \cdot 10^4$ unités électrostatiques. Au val Joyeux près de Paris, la valeur moyenne de toutes les mesures effectuées est $1,4 \cdot 10^4$ unités électrostatiques. La conductibilité due aux ions positifs est plus grande que celle due aux ions négatifs.

La conductibilité augmente avec l'altitude : souvent masquée jusqu'à 1.000 ou 2.000 m. par des variations accidentelles elle augmente nettement et très rapidement au-dessus de 2.000 m. et vers 7.000 m. elle est environ 20 fois plus forte qu'au sol. Elle varie encore avec l'altitude et en montagne sa valeur est plus élevée qu'en plaine.

Périodiquement elle varie encore : plus intense en été qu'en hiver. Il semble qu'elle possède une variation diurne avec un maximum au début de la journée et un minimum vers le milieu du jour. Les circonstances météorologiques influent très notablement sur la valeur de la conductibilité et de l'ionisation. La conductibilité augmente en général quand la température augmente et l'état hygrométrique de l'air diminue.

Enfin l'ionisation présente de continuelles variations suivant que prédominent alternativement les ions négatifs ou les ions positifs. Par la méthode de dispersion de Gockel on a pu observer que la valeur de la dispersion positive est presque toujours plus grande que celle du signe négatif. Cependant l'inverse a été observé certains jours.

L'ionisation et par suite la conductibilité de l'atmosphère est variable encore dans une même région. Wait et Johnson ont exploré méthodiquement un district d'une quinzaine de kilomètres près de Washington (E.-U.). Ils ont trouvé trois zones avec des conductibilités de 0,82 — 1,65 — 2,33.10⁻⁴ unités électrostatiques.

Au voisinage des sources thermales, riches en substances radioactives, l'ionisation se trouve renforcée.

D'où provient cette ionisation ?

Là encore les hypothèses sont nombreuses et nous en avons étudié certaines. Cependant d'autres causes importantes interviennent.

C'est d'abord une autre forme de l'effet photo-électrique dont la découverte est due à Lenard : La rupture de la molécule gazeuse et la production d'ions des deux signes sous l'influence des rayons ultra-violets de courte longueur d'onde. Mais l'air absorbe ces courtes longueurs d'onde ; il en résulte que ce phénomène ne peut être exact que pour les couches élevées de l'atmosphère et ne peut expliquer la forte conductibilité de l'air rarefié que l'on rencontre à ces altitudes.

Pour Nordmann l'ionisation de l'atmosphère serait entretenue par les électrons ultra-pénétrants tombant du ciel : rayonnement cosmique ou extra-terrestre.

En fait Faure, J. Vallot et Sardou avaient déjà mis en cause les taches solaires sur la production d'accidents aigus au cours de maladies chroniques. Expérimentant selon leur hypothèse, ils constatèrent que si 55 % des cas étaient expliqués par leur coïncidence avec l'apparition des taches solaires, 45 % se produisaient en dehors de toute période de taches et par conséquent étaient déterminés par une cause extérieure inconnue, plus active lorsque l'atmosphère est claire et transparente et indépendante des taches solaires. Cette action pouvait être due au rayonnement solaire, mais le plus souvent les phénomènes morbides étaient plus accentués la nuit que le jour. Or nous avons déjà vu que les rayons de courte longueur sont en général arrêtés lorsque l'atmosphère est épaisse. Dès lors ces auteurs pensèrent que cette influence extérieure était due à des rayonnements de faible longueur d'onde qui ne nous parviennent que lorsque l'atmosphère est limpide. C'est Millikan qui après plusieurs expériences, montra l'existence de radiations extrêmement pénétrantes de très faible longueur d'onde. L'observation a montré que ces radiations, dues à la transformation d'hydrogène en hélium, venant des nébuleuses et des étoiles qui forment notre univers, proviennent de tous les points de l'espace avec une intensité pratiquement égale, et que leur puissance est la même la nuit et le jour. C'est

ce « rayonnement pénétrant de Millikan » qui explique l'ionisation en vase clos qui augmente continuellement avec l'altitude à partir d'une certaine hauteur au-dessus du sol.

Cependant le facteur le plus important de l'ionisation atmosphérique est encore la radioactivité de l'atmosphère et du sol surtout pour les couches basses de l'air.

C. — RADIOACTIVITÉ.

Certains corps simples dits radioactifs ont la propriété de se désintégrer en se transformant en d'autres corps simples. Il s'agit là d'une désintégration à l'intérieur même de l'atome. Au moment de cette transformation prennent naissance trois sortes de rayonnements : les rayons α et β formés de particules électrisées, c'est-à-dire d'ions et le rayonnement γ qui est un mouvement vibratoire analogue aux radiations lumineuses et aux rayons X. Le rayonnement total de ces substances radioactives, entre autres phénomènes, produit l'ionisation de l'air.

Toutes ces substances sont classées en trois familles : Radium, Actinium, Thorium. Lors des émissions radioactives il y a formation d'émanations gazeuses auxquelles on donne le nom de thoron, actinon ou radon suivant que les corps qui leur ont donné naissance appartiennent à l'une ou l'autre famille.

La teneur de l'air en radon est très variable, en

moyenne elle est de l'ordre de $100/10^{12}$ curie par mètre cube.

Cette valeur de la radioactivité varie considérablement non pas tant avec la position géographique qu'avec la nature géologique du sol et du sous-sol. Les roches et les terrains qui composent notre sous-sol et notre sol sont en effet, très inégalement riches en éléments radioactifs : les roches comme le granit le sont beaucoup plus que les roches sédimentaires, telles que le calcaire. La radioactivité des sources, elle même, varie suivant les régions sans doute en raison de la structure géologique du sous-sol.

Ces deux éléments, sources et terrains sont parmi les causes les plus importantes de la radioactivité atmosphérique par les émanations continues qu'elles produisent. Au-dessus des océans la radioactivité de l'air est très faible, l'eau de mer étant très peu radioactive ainsi que l'eau des rivières et des lacs.

Ainsi cette radioactivité suffit à expliquer le degré d'ionisation des couches atmosphériques voisines du sol et accessibles à notre exploration. Elle peut encore expliquer l'entretien permanent de la charge négative de la terre. Il existe donc un lien étroit entre l'ionisation et la radioactivité. Chaque fois qu'en un lieu quelconque il y aura prépondérance d'éléments radioactifs, on pourra conclure à une conductibilité et une ionisation relativement fortes en cet endroit.

En résumé, si l'ionisation de l'air peut s'expliquer pour les régions de la haute atmosphère par l'intervention de phénomènes extra-terrestres, rayonnements

de Millikan, taches solaires, radiations U.-V. dans les régions voisines du sol intervient surtout et presque uniquement cette « respiration électrique du sol » c'est-à-dire le dégagement incessant d'émanations et d'ions par la surface terrestre.

D. — RELATIONS ENTRE L'ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE
ET LES PHÉNOMÈNES MÉTÉOROLOGIQUES.

Nous avons vu l'extrême variabilité du champ électrique, de l'ionisation en fonction de la latitude, de l'altitude. Nous avons étudié leurs variations diurne et saisonnière. Il est encore une autre cause de variation de l'électricité atmosphérique. Tous les autres phénomènes météorologiques produisent en général, des perturbations de l'état électrique de l'air.

La pluie produit en général de fortes variations. Cela provient du fait qu'elle porte le plus souvent des charges électriques. Mais, cette électrisation est variable tantôt positive, tantôt négative, parfois forte, parfois nulle. Son influence est donc très diverse. Le plus souvent on observe pendant la pluie une diminution du champ électrique et un changement de signe avec valeurs négatives considérables. Les pluies positives sont plus fréquentes que les pluies négatives. La pluie rend non seulement le sol imperméable et empêche ainsi les émanations gazeuses de se répandre dans l'atmosphère, mais encore les gouttelettes d'eau entraînent en tombant les éléments radio-actifs en suspension dans l'air et provoquent ainsi une dimi-

nution de la radio-activité ou par suite de l'ionisation.

La neige produit à peu près les mêmes effets, mais semble-t-il plus accentués. Les gros flocons seraient positifs, les plus petits négatifs.

La brume et les brouillards ont des effets très variables et en général beaucoup moins accentués. Lorsque l'état hygrométrique est élevé, la conductibilité est plus faible que normalement. Elle est d'autant plus grande que la transparence et la limpidité de l'air est plus grande. Mais cette transparence est fonction du nombre de particules aqueuses ou autres en suspension dans l'air qui favorisent la formation de gros ions dont le nombre s'accroît ainsi aux dépens des petits ions. Or, ces petits ions font la conductibilité, celle-ci diminue donc. C'est ce qui se passe au-dessus des grandes villes.

Le vent a une influence très variable sur l'électricité atmosphérique. Il transporte des vapeurs, des fumées industrielles, des poussières qui troublent l'état électrique et l'ionisation de l'atmosphère. Il dissémine aussi dans l'air les particules radioactives et rend la teneur de l'atmosphère en radio-éléments beaucoup plus homogène. Certains vents bien définis ont des effets déterminés : ainsi à Davos lorsque souffle le Föhn le champ électrique diminue, mais la conductibilité augmente.

La présence de nuages orageux provoque des variations souvent très notables de l'état électrique de l'air. Ces nuages sont en effet, électrisés et l'on admet que de fortes charges électriques se forment à la

base et au sommet du nuage. Il s'établit alors, entre la base du nuage et le sol, un champ électrique se superposant au champ normal et souvent assez important pour le masquer complètement. Ce champ peut en effet, atteindre des valeurs énormes de l'ordre de plusieurs milliers ou dizaines de milliers de volts par mètre. Parfois, il devient trop intense et une décharge jaillit entre le nuage et le sol.

Il existe des lieux dans lesquels l'ionisation de l'air est, au voisinage du sol, constamment plus intense que celle que l'on observe dans les milieux environnants à la même altitude et dans les mêmes conditions physiques. D'après Danzières, ces lieux sont plus fréquemment foudroyés. Au moment d'un orage le mouvement ascendant de l'air entraîne vers le haut les ions formés en permanence au voisinage du sol. Le champ électrique de grande intensité qui règne sous le nuage orageux accélère le mouvement pour les ions de signe contraire à celui de la charge du nuage. Il favorise en même temps la production plus abondante des ions par le sol. Il se forme donc sur la verticale une colonne ascendante d'ions, plus ou moins déviée par les vents, qui fonctionne comme la tige d'un paratonnerre pour attirer la foudre et lui offrir vers le sol un chemin de moindre résistance. Les décharges ainsi produites mettent en jeu des quantités énormes d'énergie. On a pu calculer qu'au moment des décharges orageuses la différence du potentiel entre le sol et le nuage pouvait atteindre un milliard de volts.

III

L'électricité atmosphérique en biologie.

L'importance de l'électricité atmosphérique était déjà connue de De Saussure : « Peut-on douter dit-il, que la douce et continuelle électrisation que subit un homme qui se promène au grand air, n'influe sur ses organes, sur la circulation de son sang, sur la sécrétion des humeurs, sur la transpiration insensible ? »

Boissier des Sauvages en avait lui aussi pressenti l'influence sur le fonctionnement de nos organes et notre santé. L'abbé Nollet, dès 1764, avait montré au cours de ses travaux que les animaux et les végétaux perdaient d'autant plus d'eau par évaporation que leur état électrique est différent de celui de l'atmosphère ambiante. Ce n'est que ces dernières années cependant avec les travaux de Pech, Annes Dias, Vlès que l'on a cherché à mettre au point le rôle de l'électricité atmosphérique en biologie.

Etant donné que de la différence de potentiel existant entre deux corps quelconques résultent la quantité et la qualité des échanges osmotiques entre ces corps, on doit admettre que chez tout être vivant la

moindre variation de l'état électrique entre les éléments de ces deux corps ou entre ces corps et le milieu ambiant doit engendrer des troubles. Cette différence de potentiel que Pech a appelé l'indice de nutrition n'est autre chose que le gradient potentiel des météorologistes.

C'est ainsi qu'étudiant plusieurs générations d'un végétal, Pech a vu que des atmosphères très conductrices, dont la charge électrique est par conséquent très faible, diminuent la nutrition. Le champ électrique de l'air modifie donc le métabolisme des êtres vivants, et cette modification deviendrait plus nette et plus apparente si l'on considère les organes reproducteurs et les générations successives : « chaque espèce animale ou végétale ne peut vivre et multiplier normalement que dans un champ électrique déterminé ».

De ces expériences peut-on tirer une conclusion relative à la biologie humaine ? On peut affirmer aujourd'hui que « l'air paraît d'autant plus propre à entretenir la vie chez l'homme qu'il est plus fortement électrisé et moins conducteur ».

Les individus normaux, en état d'équilibre nutritif, sont peu sensibles aux variations du champ électrique surtout si leur mode d'existence leur permet de les subir fréquemment. Les ruraux sont à ce point de vue beaucoup moins sensibles que les citadins. Cependant il est un fait objectif, que tous les êtres humains présentent lorsque varie l'état électrique de l'air : *augmentation de l'élasticité musculaire avec les va-*

leurs positives du champ électrique. Ce phénomène est constant et chez les êtres en déséquilibre nutritif il se traduit par des troubles généraux. Lorsque les valeurs du champ deviennent nulles les sujets présentent de la migraine, de la lassitude, pouvant aller parfois jusqu'à l'asthénie avec troubles circulatoires ou digestifs. Pour les individus moins sensibles, le phénomène se traduit au bout de quelques jours par une simple diminution d'énergie. « Tous les muscles ayant leur élasticité diminuée répondent plus lentement aux ordres d'excitation ».

La cause de cette diminution de l'élasticité musculaire ne semble pas liée à une modification de la nutrition du tissu musculaire lui-même, mais plutôt à une variation de la pression osmotique entre les tissus, le sang en particulier, due à la modification de l'état électrique.

Chaque individu en somme, possède une réaction propre en face du même phénomène. Si les habitants des campagnes sont peu sensibles aux variations électriques, parce qu'habitué à les subir, les citadins, vivant en atmosphère nulle y sont au contraire très sensibles. Lorsque l'on transporte des individus vivant dans une atmosphère à champ électrique notable dans des lieux à champ nul on s'aperçoit qu'ils ne résistent plus aussi bien aux agents parasitaires et infectieux. Pech a observé encore que les descendants de sujets ayant vécu au grand air (champ fortement positif) et transportés en atmosphère à champ nul présentent une fragilité aux infections et une

diminution des aptitudes vitales pouvant aboutir, après un certain nombre de génération, à la stérilité et la déficience organique. Ainsi, l'homme ne peut vivre et à multiplier qu'en champ électrique notable

En somme, nous pouvons distinguer :

- *les atmosphères à champ électrique nul* où les sujets se trouveront déprimés et présenteront des troubles pouvant aller jusqu'à l'asthénie.
- *les atmosphères à champ électrique positif* provoquant chez l'individu une sensation de bien-être avec effet toni-sédatif et augmentation de l'énergie.
- Enfin *les atmosphères à champ électrique négatif* où la dépression, l'abattement, la lassitude, l'énervement se feront sentir après une période de calme assez courte.

Depuis un certain nombre d'années Vlès et ses collaborateurs ont mis en évidence qu'un organisme ne se comporte pas de façon identique s'il est isolé électriquement du sol ou au contraire en connexion avec celui-ci.

Des graminées isolées ont présenté des augmentations de poids et de croissance, des embryons d'oursins en connexion avec le sol montrent des retards et des anomalies de croissance. En pathologie expérimentale la cancérisation de la souris par le goudron s'est effectuée à une vitesse et un pourcentage différents. En 1930 au cours de l'épidémie du polyomyé-

lite du Bas-Rhin, cet auteur nota des modifications du champ électrique en relation avec certains faits cliniques, mais il pensa que les organismes supérieurs pouvaient dans de telles conditions n'être qu'indirectement intéressés. Il fait alors une expérience directe sur l'homme. Il place 6 nourrissons normaux d'âge compris entre 1 et 7 mois, il les isole électriquement et constate que ces six enfants présentent des courbes de croissance en poids dont les pentes sont plus fortes que lors des périodes de connexion au sol. Cette première expérience ayant été tentée en période de forte déperdition, il en fait une seconde sur 6 autres nourrissons, mais coïncidant avec une période de déperdition faible. Les courbes de poids furent beaucoup plus faibles et même inversées. La valeur du champ électrique joue donc un rôle certain dans *la croissance*, du moins chez le nourrisson.

Il n'est pas inutile de rappeler que l'abbé Nollet, dès 1764, soutenait que les êtres vivants perdaient d'autant plus d'eau par évaporation que leur état électrique est différent de celui de l'air ambiant. Il semble que cela puisse expliquer la déshydratation parfois si considérable qui se rencontre chez certains nourrissons lorsque éclate un orage ou souffle le vent du Midi.

Ces dernières années les études entreprises sur l'ionisation ont permis de mieux comprendre encore la pathogénie des troubles dus aux variations de l'état électrique de l'air. Casparri et Aschkinasi en voulant expliquer la Maladie des montagnes par l'effet de l'air

surionisé ont les premiers envisagé les ions atmosphériques comme facteurs biologiques. En 1926, Tchijewski étudiant l'influence de l'air ionisé sur l'activité motrice et sexuelle des animaux et sur la tuberculose humaine conclut à « une influence salubre se manifestant par une mobilisation des forces défensives de l'organisme ».

L'air ionisé agit sur notre corps *superficiellement*, mais l'influence de ce bain ionisé ne peut être bien grande. Cependant lorsque l'ionisation est importante « les ions en contact avec notre corps lui transmettent leur charge et forment ainsi un courant électrique permanent passant sur la couche superficielle et se dirigeant vers la Terre ». Ce courant a une influence sur notre activité vitale car il peut toucher les appareils des récepteurs nerveux. Peut-être peut-on expliquer avec Esclançon la sensation générale de froid que nous éprouvons au contact de l'air comme une dépendance non seulement de la température, mais aussi, de l'état d'ionisation de l'air ambiant.

Cependant l'action principale des ions atmosphériques se fait au niveau de *l'appareil pulmonaire*. La surface des alvéoles est des dizaines de fois plus grande que celle de notre corps. Le nombre d'ions en contact avec le tissu pulmonaire sera donc considérable. Au moment de l'inspiration les ions mobiles et les ions lourds pénètrent dans les poumons. Les ions lourds semblent avoir un rôle essentiel puisqu'ils possèdent la faculté de diffuser. Ils peuvent donc s'introduire aussitôt dans le sang. D'après Tchijewski, 50 %

de la quantité des ions aspirés parvient aux alvéoles le reste se dépose tout au long de l'arbre bronchique et pénètre dans le tissu voisin. Or, ces ions possèdent un effet énergétique : lors d'une inspiration nous absorbons donc une quantité d'énergie électrique qui va se transformer dans l'organisme en énergies diverses mécanique, thermique, chimique, etc...

D'autre part nous savons que le sérum sanguin contient une série de formations organiques qui se trouvent à l'état colloïdal. Tous les systèmes de cet état sont chargés d'électricité positive ou négative. Ils ont la propriété sous l'influence d'un caractère opposé de précipiter alors qu'un caractère identique les stabilise. Certains auteurs, Zondeck entre autres, ont révélé l'importance et le rôle capital des ions dans la vie cellulaire et de l'état colloïdal sur les fonctions de l'organisme. Il est aisé de conclure que les phénomènes électriques énergiques venus de l'extérieur retentissent à travers les membranes perméables telles que l'appareil pulmonaire sur l'état colloïdal de notre organisme surtout si celui-ci pour une cause ou une autre est devenu plus sensible.

Tout récemment, Schorer a mesuré les effets du rapport entre ionisation positive et ionisation négative. Ce rapport en général est inférieur à l'unité, s'il devient supérieur on observe chez l'homme des troubles variés tels que migraines, gonflement des doigts, fatigue, dépression générale avec dyspnée et angoisse. Pour échapper à ces troubles il suffirait de neutraliser l'organisme en le reliant au sol.

L'ionisation modifie encore la tension alvéolaire. Lorsque le rapport est inférieur à l'unité, la tension alvéolaire du CO_2 est normale ou augmentée. Si au contraire le rapport témoigne d'une augmentation de l'ionisation positive, la tension devient plus basse que normalement et alors apparaissent des troubles de l'état général et de la dyspnée.

D'autres observations mettent en lumière l'influence de l'ionisation de l'air sur les fonctions respiratoires. Les mouvements respiratoires sont accélérés par les ions positifs, ralentis par les ions négatifs.

Certaines observations montrent l'influence de l'ionisation sur les *fonctions végétatives*, sur le *métabolisme* qu'elle diminue et sur l'*indice oscillométrique* dont elle augmente l'amplitude.

Certaines crises d'asthme sont d'après Kopaczewski déclanchées uniquement par une tension trop grande de l'électricité atmosphérique.

Enfin Junod Edström a observé que l'excès d'ions positifs dans l'atmosphère provoque une élévation de la *chronaxie* des nerfs moteurs et sensitifs et du seuil d'irritabilité, donc diminution de la sensibilité nerveuse. L'excès d'ions négatifs aboutit au résultat contraire.

L'action de la radioactivité atmosphérique est peu connue.

Les émanations de Radon ont une action particulièrement sédative sur le système nerveux et surtout le système végétatif. Il calme et rend le sommeil aux

agités et aux insomniaques. Le thoron d'après Cluz et Chevalier, même à très faibles doses, active considérablement les fonctions hématopoétiques.

L'électricité a donc une influence certaine sur l'organisme humain. Nous n'avons pour le moment que peu de renseignements sur le mécanisme de son action et les observations sont trop peu nombreuses pour pouvoir en établir les règles générales. La question est à l'étude et il n'est pas douteux que les années qui suivent verront se confirmer ce qui à l'heure actuelle n'est qu'hypothèse.

IV

L'électricité atmosphérique en clinique.

Dans le domaine de la clinique on a recherché depuis quelques années à déterminer le rôle de l'électricité atmosphérique dans les accidents dus aux variations atmosphériques. Dans ce chapitre nous étudierons d'abord les accidents imputables à la seule électricité et ensuite nous déterminerons quelle part nous devons lui réserver dans certains syndromes où les phénomènes atmosphériques sont difficilement dissociables.

Les publications du siècle dernier ont trait pour la plupart à la *fulguration*. L'électricité atmosphérique peut provoquer des accidents aigus ou mortels ; ce sont ceux produits par la foudre. Ces accidents sont fréquents et les statistiques montrent qu'il y a environ tous les ans une centaine de morts et à peu près un millier de blessures ayant la même origine.

Nous avons vu que durant les orages la différence de potentiel devenant trop grande entre deux parties du même nuage ou entre deux nuages voisins, il se produit une décharge électrique. Lorsque celle-ci se

produit entre le nuage et la terre à la faveur de ce courant de moindre résistance qu'à décrit Dauzières, la foudre « tombe » et peut atteindre l'homme.

Les individus victimes de la foudre peuvent être tués instantanément et l'on admet en général que la mort est due à une syncope réflexe. A l'autopsie d'ailleurs on ne trouve aucune lésion pouvant l'expliquer. Le plus souvent on ne constate que de l'hyperémie ou de l'œdème pulmonaire, la rate et le foie sont congestionnés mais jamais de lésion du système nerveux. Certains auteurs ont cité quelques cas de rupture du cœur mais cette éventualité est rare.

Lorsqu'elle ne tue pas la foudre provoque une commotion plus ou moins violente. Les individus sont projetés par terre et perdent connaissance durant un temps plus ou moins long. Au réveil surviennent des tremblements, des convulsions auxquelles font suite assez souvent des paralysies sensitives ou motrices qui peuvent durer de quelques jours à plusieurs mois. De nombreux troubles encore, arrêt momentané du cœur, arythmie respiratoire, spasme du larynx, fractures du crâne, arrachement d'un doigt ont été décrits mais semblent moins fréquents.

Les auteurs se sont surtout attachés à décrire les lésions cutanées. Les individus sont en général atteints de brûlures le plus souvent superficielles, mais parfois intéressant le derme, et dans ce cas longues à se cicatriser. La peau prend une coloration spéciale et présente parfois des images arborescentes de formes diverses auxquelles on a donné des noms :

figures de foudre, figure de Lichtenberg. On a expliqué cette manifestation par un phénomène vaso-moteur de la peau.

Il est à remarquer que les effets de la foudre sur l'organisme humain sont relativement faibles et hors de proportion avec la quantité énorme d'énergie mise en jeu. Il est probable que les éclairs qui arrivent à la terre ne sont que des éclairs secondaires le plus souvent. Chacun a pu observer en effet que la décharge principale se divise en de multiples dérivations.

A côté de cette manifestation brutale il en est d'autres dans lesquelles l'électricité joue un rôle important et certain.

Dès 1902, Casparri et Askanasi avaient suggéré que le « Mal des montagnes » était provoqué par un degré excessif de l'ionisation de l'air, avec prédominance des ions positifs. Cette conception n'a pas été retenue.

A peu près à la même époque Netter et Jules Renaud ont individualisé un syndrome que Lesage a surtout bien étudié : *c'est le syndrome des temps orageux*. « Tout le monde a pu observer, dit M. Nordmann, l'état de nervosité de beaucoup de personnes par temps d'orages. Notre corps plongeant constamment dans un bain d'électricité, est plus ou moins excité par les à-coups que nous montrent les orages. Il n'est pas douteux que nos humeurs, notre humeur et par conséquent nos actes n'en dépendent étroitement. Les sujets déjà d'un tempérament nerveux sont im-

pressionnables plus que les autres. » Certaines personnes possédant cette sensibilité météorique qu'a décrit Sardou, ressentent le changement de temps avant les instruments les plus subtils.

Chez l'adulte bien portant les troubles qui constituent le syndrome sont peu nets. C'est le plus souvent un malaise général avec abattement, fatigue générale mal définie pouvant aller jusqu'à de la céphalée accentuée avec barre frontale. Le système musculaire est alourdi, une légère oppression se fait sentir avec sensation d'étouffement : le sujet manque d'air, l'appétit est diminué, le sommeil agité; cet état s'accompagne de troubles du caractère à des degrés divers : irritabilité, susceptibilité, énervement. Par certaines nuits chaudes et orageuses les individus sensibles éprouvent un malaise indéfinissable.

Ces troubles sont dus en partie, pour Sergent, aux variations de l'électricité atmosphérique associées aux modifications de la pression barométrique. Cependant chez beaucoup de sujets on observe ce que Mouriquand a appelé le phénomène de précession clinique : les malaises apparaissent bien avant que l'orage éclate. Il est probable que ces troubles sont, selon les données de Pech expliqués par les variations du champ électrique dont la valeur deviendrait nulle.

Chez le nourrisson, Lesage a décrit le *coup électrique* qui se caractérise surtout par de la fièvre. En général, les nourrissons manifestent une grande agitation ; ils sont insomniaques, se plaignent, deman-

dent à être portés dans les bras. Ce sont des manifestations passagères et sans aucune gravité. Mais dans les salles d'hôpital, les orages occasionnent de véritables catastrophes. M. Ribadeau-Dumas a vu dans son Service, à la fin du mois d'août 1930, après quelques jours de chaleur, un orage éclater durant la nuit et déterminer le lendemain matin une baisse de poids inquiétante chez tous les nourrissons. Un certain nombre a succombé quinze jours à trois semaines plus tard, les autres n'ont retrouvé leur état de santé primitif que plusieurs mois plus tard, après une série d'accidents pulmonaires. Le thermomètre marque environ chez le quart des enfants, une poussée thermique soit légère à 38°, soit plus marquée à 39° et au-dessus. Certains enfants s'orientent vers l'hyperthermie avec brusque déshydratation, faciès pincé, yeux enfoncés, fontanelle déprimée, dyspnée superficielle et aboutissent parfois à la mort avec phénomènes convulsifs. Le plus souvent le syndrome est bénin. Tous ces symptômes cessent lorsque l'orage a éclaté et qu'une pluie bienfaisante vient mettre fin à l'agitation des nourrissons.

Les accidents survenant au moment d'un orage sont dus à la tension électrique de l'atmosphère, la température s'élève souvent, mais l'orage seul suffit à déterminer les troubles. Le plus souvent les deux termes (orage, chaleur) sont réunis (Imbert). La réalité clinique du coup électrique et du syndrome des temps orageux ne fait aucun doute, mais à l'heure actuelle les précisions nous manquent pour délimiter

le rôle de l'électricité atmosphérique et lui attribuer parmi les accidents ceux qui lui sont propres,

Ainsi on est parvenu, par éliminations successives à déterminer un phénomène météorologique dont l'action, sans doute, est modifiée par des phénomènes adventices, mais en l'absence duquel les effets n'apparaissent plus. Cependant il reste qu'on est parfois contraint de faire un aveu d'ignorance et d'invoquer l'action d'un « indéterminé météorologique », d'un complexe mal défini.

Plusieurs syndromes sont ainsi dus à un « groupe » d'accidents météorologiques dans lesquels on s'efforce de trouver l'élément le plus important. Quel est le rôle de l'électricité dans ces complexes météorologiques ?

Un vent parcourt du sud au nord la région lyonnaise et provoque chez l'enfant et l'adulte une série de troubles qui constituent *le syndrome du vent du midi*. Ce vent a été bien étudié par Mouriquand qui distingue chez le nourrisson trois formes de manifestations :

- un type irritatif avec agitation, nervosité, insomnie et retour au calme dès que cesse le vent ;
- un type thermique caractérisé par des poussées fébriles légères (38°), parfois fortes (39° et même 40°) ;
- un type grave, plus rare, avec deshydratation, Hyperthermie à 40°. Le faciès devient pâle, le nez se pince.

Chez certains enfants météorolabiles l'approche du vent du Midi provoque de l'irritabilité, le faciès est jaunâtre et les traits tirés ; chez d'autres le syndrome se manifeste par un rhume léger, du coryza. Pour certains encore les troubles digestifs dominant, mais toujours les sujets présentent une irritabilité nerveuse considérable.

Chez l'adulte, le syndrome se traduit en général par de l'asthénie, de l'irritabilité, un changement d'humeur. Et chez les plus sensibles on observe parfois de l'insomnie et de l'anxiété.

Un autre vent, le *Föhn*, produit à peu près les mêmes symptômes ; les individus sensibles à son action présentent lorsqu'il souffle des malaises, des migraines, avec dépression et hypersensibilité.

D'autres syndromes encore se rapprochent des manifestations du vent du midi et du *Föhn*. Le vent d'Est du Détroit du Gibraltar, le sirocco, le vent d'est du Sénégal présentent une séméiologie qui se rapproche beaucoup de celle que nous venons de décrire.

Tous les auteurs qui ont étudié l'action pathogène de ces vents ont remarqué que certains sujets présentent des malaises avant que le vent « soit au sol ». On admet que ces sujets « météorosensibles » prévoient les variations météorologiques avant que ces variations puissent être enregistrées par les appareils de mesure. Mouriquand cite l'exemple d'un malade qui réagissait trois jours avant les grandes variations

atmosphériques et plus spécialement les orages et le vent du midi. C'est le phénomène de précession chimique. Cependant Van Leuven a montré que la mesure de la charge électrique de l'atmosphère, dans le cas du Föhn, n'a fourni aucune modification caractéristique durant la période précédant l'apparition du vent. Il faut donc admettre que l'organisme météorolabile est plus sensible que tous les appareils que nous connaissons actuellement.

Dans le cas du vent du Midi le syndrome cesse avec le vent mais il se rapproche beaucoup du syndrome des temps orageux : même hypersensibilité, même hyperthermie, même déshydratation. A l'origine de ce syndrome se trouvent d'ailleurs les mêmes éléments météorologiques. Parmi ceux-ci certains sont constants : baisse barométrique, baisse hygrométrique, température, mais ils ne suffisent pas à eux seuls à provoquer le syndrome. Il existe donc d'autres éléments qui varient avec eux — l'état électrique en est un — qui forment ce que Mouriquaud a appelé l'indéterminé météorologique. Sans aller jusqu'à dire avec H. et E. Biancani que cet indéterminé est essentiellement l'électricité et l'ionisation de l'air, on peut affirmer que leur rôle est indiscutable dans la production des troubles qui caractérisent ces syndromes.

Comment expliquer alors le phénomène de précession chimique que l'on observe en dehors de toute perturbation atmosphérique aussi bien avant les orages qu'avant le vent du midi.

Pour certains auteurs, Hess, Köhler, il y aurait avant

l'apparition et pendant le vent une augmentation de la conductibilité électrique de l'atmosphère. Cette théorie n'a pas été confirmée.

Policard de Lyon invoque l'augmentation de la teneur en ions de l'air lorsque souffle le vent du midi ou le Föhn. Il a été confirmé que le vent agirait par un effet de balayage et augmenterait ainsi la conductibilité de l'air.

Il semble, comme le soutiennent Boulenger et Charrier pour le vent d'Est du détroit de Gibraltar, que les troubles, que l'on observe au cours des orages et de certains vents, sont dus à des modifications de l'état électrique de l'air, en particulier de l'ionisation.

Depuis quelques années l'étude des *Fronts aériens et des cyclones* a montré que parmi les symptômes que détermine leur apparition il en est qui sont dus à l'action de l'électricité atmosphérique. Les manifestations cliniques de ces masses d'air sont en effet analogues, à peu près, à celles des temps orageux.

En 1936, Mouriquand, à la suite de l'entrée en contact d'un front d'air polaire et d'un front d'air saharien, a remarqué l'apparition chez les nourrissons de cris, d'agitation avec insomnie. Cependant sans poussées thermiques ou perte de poids, en somme manifestations purement nerveuses : cris, énervement, convulsions.

Or, l'état atmosphérique montre : une température et un état hygrotimétrique inchangé sur les jours précédents, pas de vent, une forte chute barométrique :

en somme une situation météorologique normale.

Il est probable que les masses d'air qui se rencontrent d'origine dissemblable, sont électrisées différemment et on peut facilement imaginer qu'elles puissent donner naissance à un état électrique particulier capable de provoquer des troubles manifestes.

L'électricité atmosphérique en épidémiologie.

Certains auteurs ont invoqué l'influence de l'électricité atmosphérique dans l'éclosion de certaines maladies infectieuses épidémiques. Le temps orageux permet une pullulation microbienne puisque l'air stagne, la lumière solaire est supprimée et que le degré hygrométrique de l'air est augmenté. En dehors de ces influences certaines les variations si importantes du champ électrique au cours de l'orage peuvent avoir un rôle.

Joly, à Madagascar, a signalé à la suite des modifications de l'état électrique de l'air l'apparition de maladies infectieuses.

Nygge a expérimentalement montré qu'en temps d'épidémie le champ électrique présente des variations nettes qu'il ne présente pas lorsque l'état sanitaire est normal.

En étudiant l'épidémie de polyomyélite aiguë du Bas-Rhin, en 1930, Vlès a mis en évidence le rapport net que présentait cette épidémie et les courbes de l'ionisation atmosphérique. Les maxima et minima

de l'épidémie correspondent en effet à ceux de la conductibilité de l'air. Ainsi les deux maxima nets de la conductance du 26 et 27 juin et du 23 au 26 août ont précédé d'une semaine environ les deux maxima de l'épidémie du 1^{er} au 10 juillet et du 1^{er} au 10 septembre. Inversement, le minimum de l'épidémie observé du 11 au 20 juillet s'est placé dans la semaine suivant le minimum de conductance du 10 juillet.

Il est intéressant de noter que l'écart entre les maxima de l'épidémie et de la conductance est égal à peu près à la durée de la période d'incubation de la maladie. Quelques cas isolés survenus en 1931 semblent devoir se placer aussi au voisinage des maxima de conductance.

Signalons dans le même ordre d'idée les résultats obtenus par Vlès et ses collaborateurs sur les conditions électriques réalisées par la mise au sol de cages renfermant des souris goudronnées pour la production de cancers. Cette mise au sol favorise indiscutablement l'évolution des tumeurs.

Il en est de même de certains cancers spontanés. Certains endroits sont indemnes de tumeurs malignes. Dans des villages à champ électrique particulier on n'observe jamais de maladies infectieuses. Il en est, rapporte Pech, où l'épidémie de grippe de 1918 n'est jamais apparue.

Il semble donc certain que l'électricité atmosphérique — champ électrique ou ionisation — favorise l'apparition de tumeurs malignes et permette l'éclosion de certaines maladies infectieuses. Par quel pro-

cessus ? L'électricité atmosphérique agit-elle en modifiant la réceptivité de l'individu, en le sensibilisant ou bien en augmentant la virulence du germe ou encore en favorisant sa propagation. Nous ne pouvons, avec le peu d'observations recueillies à l'heure actuelle, poser de conclusion certaine.

VI

L'électricité atmosphérique et climatologie.

Sans affirmer avec R. Joly que « le climat d'un lieu est caractérisé par l'état électrique de ce lieu, » il est difficile cependant de nier l'importance du facteur électricité qui joue d'après Pech un rôle de premier plan en climatologie.

Nous n'avons pas l'intention de passer en revue tous les climats, nous n'étudierons que les principaux en donnant leurs caractéristiques électriques.

Le *climat de plaine* où l'air est fortement électrisé représente la station de grand air de Pech. Le gradient potentiel y a une valeur d'au moins 100 volts par mètre. La nature du sol intervient d'ailleurs : la valeur du champ électrique est moins élevée au-dessus des terrains primaires, surtout si le sous-sol est constitué de roches. Mais elle est maxima au-dessus des terrains d'alluvions. Ces stations sont constituées par un plateau, une plaine à horizon découvert. La végétation y est peu intense et les vents sont violents et fréquents.

Le *climat marin* réalise la station de plein air du Pech. Le champ électrique présente une assez forte tension d'une uniformité constante. L'air y est électrisé fortement et positivement surtout dans les baies larges et bien protégées.

En montagne, la tension électrique est diminuée proportionnellement à l'altitude. La conductibilité est augmentée dans la proportion de 1 à 3 de la plaine à la montagne. Les ions positifs et leur mobilité sont augmentés. Le climat de montagne exerce une influence certaine sur le système neuro-végétatif dont témoignent les réactions diverses signalées sur la respiration, la circulation, le métabolisme, et aussi les profondes modifications imprimées à l'équilibre vago-sympathique.

En forêt, l'air est très conductible et de ce fait a perdu sa charge électrique ; c'est ce que Pech appelle « l'air tout court ».

Le *climat urbain* est à rapprocher du climat forestier, l'air y est désélectrisé. A Paris la proportion des gros ions est beaucoup plus grande qu'à la campagne. Cette prédominance indique et peut mesurer le degré de pollution de l'atmosphère. Or la conductibilité de l'atmosphère est d'autant plus grande que la transparence de l'air est plus manifeste par diminution des particules aqueuses ou autres en suspension dans l'air. Cette conductibilité varie d'ailleurs avec les

vents qui transportent avec eux les ions. Enfin nous savons que par temps humide l'atmosphère contient plus d'électricité que par temps sec. Dorno a insisté d'autre part sur la désélectrisation de l'atmosphère des chambres dont la conductibilité augmente dès que l'on ferme la fenêtre.

Le *climat de vallée* est caractérisé par une « atmosphère neutre » avec un champ électrique de moins de 30 volts et cela d'autant plus, dit Pech, qu'il s'agit de vallées profondes ensoleillées nichées dans des replis de terrains richement boisés. La végétation y est abondante, les vents y sont rares.

Au voisinage des lacs, le champ électrique devient négatif, ainsi qu'au voisinage des cours d'eau très rapides circulant au milieu des rochers, des cascades et surtout de l'eau des grottes.

Les *climats excessifs* chauds comme le *climat équatorial* présentent en général un champ électrique faible = 40 volts par mètre à Batavia. Au Sahara, les mesures montrent un champ électrique plus faible qu'ailleurs. A El Golea, la teneur en gros ions a été trouvée considérable avec charges négatives. Lorsque le vent souffle la conductibilité électrique s'élève d'une façon anormale et la tension électrique est abolie. Dans ces climats, le sympathique est dépassé, incapable de compenser les excès extérieurs et de maintenir les synergies nécessaires soit pour les tissus et les appareils organiques, soit pour lui-même. Il en

résulte dans ces deux domaines, tantôt des accidents passagers tantôt des états morbides ou des syndromes. Les individus sont déprimés au point de se maintenir à un degré très inférieur d'activité physique, dans les climats tropicaux la chaleur intense humide diminue et paralyse sa défense périphérique contre les variations du champ électrique. Il en résulte de faciles déchéances organiques ou mentales parfois (cafard africain).

VII

Conclusions.

De cette brève étude des questions relatives à l'électricité atmosphérique et à son influence sur l'homme, il ressort qu'il y a là tout un domaine nouveau ouvert aux recherches. Bien des points restent encore à expliquer. Les observations effectuées jusqu'ici sont hélas trop peu nombreuses pour qu'on puisse en tirer des conclusions précises.

Tous les éléments constituant l'électricité atmosphérique — que ce soit le champ ou la conductibilité, l'ionisation ou la radioactivité — varient dans des proportions considérables d'un moment à l'autre et suivant de nombreux facteurs. On en est réduit à les étudier sur des valeurs moyennes, mais pour que celles-ci aient une signification réelle, il faudrait qu'elles soient établies d'après un grand nombre de mesures faites dans des conditions atmosphériques identiques.

Le rôle de l'électricité en biologie est indiscutable, mais difficile à schématiser.

Sur l'individu normal, en équilibre nutritif, l'élec-

tricité n'a en général que peu d'influence à moins de très fortes variations de l'état électrique.

Certains sujets sont plus sensibles à son action, ces météorosensibles réagissent mieux et parfois même à des variations électriques qu'aucun appareil n'a pu enregistrer encore.

L'élasticité musculaire est augmentée ou diminuée suivant le signe positif ou négatif de l'électricité atmosphérique.

La pénétration des ions, surtout des ions lourds, dans l'appareil pulmonaire modifie l'activité respiratoire et en pénétrant dans l'organisme par l'intermédiaire du sang, intervient vraisemblablement dans les phénomènes d'oxydation et modifie l'état colloïdal de nos tissus.

L'électricité de l'air influe encore sur la croissance et nous avons étudié l'action qu'elle semble avoir sur le métabolisme, la pression sanguine, la diurèse.

Toutes ces données ne sont que des faits d'observations ou d'expériences. Le processus par lequel l'électricité atmosphérique agit sur notre organisme nous est encore inconnu.

L'électricité atmosphérique, lorsque la tension est forte, peut encore augmenter notre activité vitale en agissant sur les terminaisons périphériques de notre système nerveux.

D'une façon plus schématique on peut distinguer les diverses influences de l'électricité atmosphérique en clinique :

— D'une part les syndromes dus à l'action prépondérante de l'électricité correspondant soit à une action traumatisante telle que la fulguration, soit à des désordres provoqués dans le fonctionnement du système neuro-végétatif ainsi qu'on le voit pour les troubles en rapport avec les temps orageux.

— D'autre part, les syndromes dus à des phénomènes météorologiques complexes où la part de l'électricité bien qu'elle semble hors de doute n'en est pas moins discutée, mais où l'« indéterminé météorologique » ne peut être dissocié du moins avec les moyens d'investigation que nous possédons pour le moment.

L'étude récente des fronts aériens et des cyclones et de leurs effets sur l'organisme humain semble mettre en valeur le rôle de l'ionisation et du champ électrique.

L'électricité de l'air semble avoir un rôle important au cours de certaines épidémies et dans l'éclosion de certaines tumeurs. Elle agirait soit en sensibilisant l'individu soit encore en modifiant l'activité ou le mode de propagation du virus. Pour le moment le mécanisme par lequel l'électricité agit n'est pas encore établi.

L'intérêt que présente l'étude de l'électricité atmosphérique n'est pas seulement théorique.

Dans bien des cas, en effet, la connaissance des désordres quelle provoque peut fournir de précieuses

indications qui permettront d'instituer un traitement curatif immédiat ou mieux encore préventif.

Enfin la connaissance des valeurs de l'électricité sur le globe et sa distribution géographique permettra encore de compléter les caractéristiques des climats et de conduire avec plus de maîtrise la thérapeutique climatique.

Vu : Le Président de la thèse,

M. TANON.

Vu : Le Doyen,

TIFFENEAU.

Vu et permis d'imprimer :

Le Recteur de l'Académie de Paris,

A. ROUSSY.

BIBLIOGRAPHIE

- DAREMBERG. — Œuvres choisies d'Hippocrate.
- HIPPOCRATE. — « Des Avis des eaux et des lieux. Traduction Geoffroy, 1882.
- MATHIAS (E.). — Traité d'électricité atmosphérique et tellurique.
- DELCAMBRE (G.). — Lexique météorologique.
- TANON (L.). — Précis d'hygiène.
- COLLIN. — Traité d'hygiène.
- ROCHAIX. — Atmosphères et climat, *in* traité d'Hygiène de Louis Martin et Georges Brouardel, Baillière et Fils, éditeur, Paris 1929.
- PIÉRY et ROCHAIX. — La climatologie au goût du jour ; l'électricité et l'eau cosmique dans leurs influences sur la santé de l'homme. *Concours Médical*, 16 sept. 1934.
- PIÉRY. — Traité de climatologie biologique et médicale.
- L'électricité, l'ionisation et la radioactivité de l'atmosphère en climatologie. *Monde Médical*, 1-15 juin 1934.
- ROCHAIX. — Les phénomènes météorologiques et cosmiques au point de vue de la santé publique. *Revue de Météo méd.*, déc. 1934.
- PECH (J.-L.). — Les phénomènes électriques atmosphériques et l'hypothèse des ions. *Presse thermique et climatique*, n° 3334, 15 janvier 1937.
- Influence du grand air sur la nutrition et le terrain de jeunes organismes. *Mouvement sanitaire*, 31 août 1931.
- Le champ électrique de l'atmosphère. *Presse Médicale*, 30 décembre 1925.

PECH (J. L.). — Influence du milieu extérieur sur les êtres vivants. *Presse Médicale*, 19 janvier 1923.

— Le champ électrique de l'atmosphère, facteur méconnu des terrains pathologiques et de la nutrition des êtres vivants. *Le Mouvement sanitaire*, octobre 1932.

BUDAI. — Contribution à l'étude de l'action biologique des perturbations atmosphériques. *Société de Patho. comparée*, 1929, p. 377.

BIANCANI (E. et H.). — L'électricité atmosphérique, son rôle en biologie et en physiologie humaine. *Paris Médical*, n° 15, 15 avril 1933.

SCHORER (G.). — Effect of atmospheric electricity on healthy and sick persons studies on artificial ionisation of air. *Schweiz. Med. Wohns.*, t. 61, n° 18, 2 mai 1931.

DORNO (C.). — Ein Kleiner Beitrag zum Kapital physiologische Wirkungen der Luftelektrizität. *Strahlentherapie*, 1931.

VLÈS (F.). — Recherches sur le comportement d'organismes, dans certaines conditions de connexion avec le sol. *Arch. de Phys. biol.*, t. VIII, 1930.

— Sur les propriétés électriques de l'atmosphère au cours de l'épidémie de polyomyélite du Bas-Rhin en 1930. *Bulletin de l'Acad. de Méd. de Paris*, 16 février 1932.

CHARPENTIER. — L'être vivant et la météorologie.

DAUZIÈRES. — Sur l'ionisation intense de l'air dans les lieux fréquemment foudroyés. *Acad. des Sciences*, 18 juin 1928.

— Sur la formation des charges électriques dans les nuages. *Ac. des Sciences*, 9 décembre 1929.

SARDOU. — Météorologie et médecine. *La Clinique*, sept. 1934.

— De l'état physiologique à l'état pathologique sous les influences climatiques, météorologiques et cosmiques. *Art Médical*, avril 1927.

CARLES (L. M.). Contribution à l'étude de la météorologie médicale. Influences météorologiques et cosmiques sur

l'organisme humain et la maladie. Thèse Paris, 1936, Jouve.

COPIN. — Influences cosmiques. *Côte d'Azur Médical*, mai 1932.

CREUZÉ. — Influences cosmiques. *Côte d'Azur Médical*, juin 1928.

FAURE. — Radiations astrales. *Presse Médicale*, 7 décembre 1927.

DIAS (Aunes). — Introduction à la météorologie clinique.

Revue méd. américaine de Médecine et de Chirurgie,
déc. 1931.

IMBERT. — Influence des variations météorologiques sur la santé du nourrisson. Thèse Paris, 1930.

FOVEAU DE COURMELLES. — Causes atmosphériques de variations morbides. *Méd. Argentina*, juillet 1928.

SARDOU. — Sympathique et climats. *Journal des Praticiens*.

— Quelques mécanismes de sensibilité météorique et cosmique. *Journal des Praticiens*, 4 fév. 1928.

CONTE (F.). — Electricité atmosphérique et stations climatiques. *Presse therm. et climat.*, sept. 1932.

ROHMER, VLÈS. — Observation sur le comportement de nourrissons malades en état de connexion électrique avec le sol et pendant l'état d'isolement (VIII^e Congrès des Pédiatr., 1934).

MOURIQUAND. — Les inadaptés urbains. *Acad. de Médec.*, 19 avril 1931.

— Le nourrisson devant la météorologie. *Science médicale, pratique*, mai 1929.

MOURIQUAND et CHARPENTIER. — Météoropathologie et dystrophies infantiles. *Presse Médicale*, 22 déc. 1928.

MOURIQUAND, BERHEIM, JOSSEMAND. — Syndrome du vent du Midi chez le nourrisson. *Lyon Médical*, 16 mai 1926.

MOURIQUAND. — Clinique et météorologie. *Presse Médicale*, 14 sept. 1932.

— Répercussions médicales liées aux variations météorologiques. *Journal de Méd. de Paris*, 10 août 1934.

MOURIQUAND et PONTIUS. — Variations concomitantes observées à Lyon de la conductibilité électrique de l'atmosphère et des vents du Nord et du Midi, *Mouvement sanitaire*, n° 162, octobre 1937.

TCHIJENSKI. — Les épidémies et les perturbations électro-magnétiques du milieu extérieur. *Hippocrate*, n°s 1 et 4, 1937.

KOPACZEWSKI (W.). — L'asthme et l'électricité atmosphérique. *Paris Médical*, 8 avril 1933.

REMLINGER et CHARRIER. — Le vent d'Est [du détroit de Gibraltar. *Maroc Médical*, 15 mai 1931.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
I. — Introduction.....	9
II. — L'électricité atmosphérique	12
Champ électrique.....	14
Ionisation.....	20
Radioactivité.....	25
III. — L'électricité atmosphérique en Biologie.....	30
IV. — L'électricité atmosphérique en Clinique.....	39
a) Syndrome des temps orageux.....	41
b) Autres syndromes.....	45
V. — L'électricité atmosphérique en Epidémiologie.....	49
VI. — L'électricité atmosphérique en Climatologie.....	52
VII. — Conclusions.....	56
Bibliographie.....	60

